

NO 窒化 SiC MOS デバイスへのエキシマ紫外光照射の影響

Effect of Excimer Ultraviolet Light Irradiation on NO-Nitrided SiC MOS Devices

阪大院工¹, 産総研² ○(M1) 藤本 博貴¹, 小林 拓真¹, 染谷 満², 岡本 光央²,

細井 卓治¹, 志村 考功¹, 渡部 平司¹

Osaka Univ.¹, AIST², °Hiroki Fujimoto¹, Takuma Kobayashi¹, Mitsuru Sometani², Mitsuo Okamoto²,

Takuji Hosoi¹, Takayoshi Shimura¹, and Heiji Watanabe¹

E-mail: fujimoto@ade.prec.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】SiC MOSFET の普及に向け、SiO₂/SiC 界面に存在する欠陥の起源解明・低減が喫緊の課題である。先行研究において我々は、比較的低温 (1150°C) の酸化で形成した SiO₂/SiC 界面には紫外光照射により活性化する電子トラップが存在することを指摘した[1]。しかし、酸化膜形成プロセスを変えた際の紫外光照射の影響は依然明らかでない。そこで本研究では、業界標準の NO 窒化処理[2,3]および我々の提唱する超高温酸化法[4]により形成した SiO₂/SiC 構造にエキシマ紫外光を照射し、電気的特性の変動を観察した。

【実験及び結果】n型 4H-SiC(0001) エピ層 (ドナー密度: $5 \times 10^{15} - 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) に対し、3 条件 (① Ox: 1300°C 酸化, ② HTO: 1600°C 酸化 (Ar 0.3%希釈), ③ NO: 1200°C 酸化→1200°C Ar 熱処理→1250°C NO 窒化) で SiO₂ 膜を形成し、エキシマ紫外光 (波長: 172 nm) を真空雰囲気下で 10 分照射した。その後 Al ゲート電極を真空蒸着して MOS キャパシタを作製し、電気特性評価を行った。図 1 に作製した MOS キャパシタの 1 MHz 双方向 C-V 特性を示す。まず、紫外光照射前の特性に着目すると、Ox 試料では C-V カーブのストレッチアウトやヒステリシス等、劣悪な特性が観測された。それに対し、HTO および NO 試料は急峻な立ち上がりおよび小さなヒステリシスといった良好な特性を示した。一方で、エキシマ紫外光照射による特性変化に着目すると、Ox および HTO 試料では変化は軽微であったのに対し、NO 試料では顕著な特性劣化が見られた。図 2 に High (1 MHz)-Low 法で評価した界面準位密度 (D_{it}) 分布を示す。まず、紫外光照射前の典型的なエネルギー値 ($E_c - E = 0.5 \text{ eV}$) における D_{it} 値は、Ox、HTO、NO 試料でそれぞれ 3.0×10^{12} , 1.2×10^{12} , $5.1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ となり、NO 窒化処理で最も D_{it} が低い。一方で、各試料における D_{it} 値を紫外光照射前後で比較すると、Ox 試料と HTO 試料ではほとんど変化がなかったが、NO 試料では大きな劣化が確認された ($5.1 \times 10^{10} \rightarrow 1.9 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$)。よって NO 窒化 SiO₂/SiC 構造は初期界面特性こそ良好であるものの、紫外光で活性化する欠陥を多く含むことが分かった。このことから、厳環境動作デバイスへの窒化プロセス適用には懸念があることが示唆される。

本研究は、文部科学省革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 (JPJ009777) および JSPS 科研費 (21K20429) の助成を受けて行われました。

[1] D. Ikeguchi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 012017 (2014).

[2] P. Jamet *et al.*, *J. Appl. Phys.* **90**, 5058 (2001).

[3] G. Y. Chung *et al.*, *IEEE Electron Device Lett.* **22**, 176 (2001). [4] T. Hosoi *et al.*, *Appl. Phys. Express* **11**, 091301 (2018).

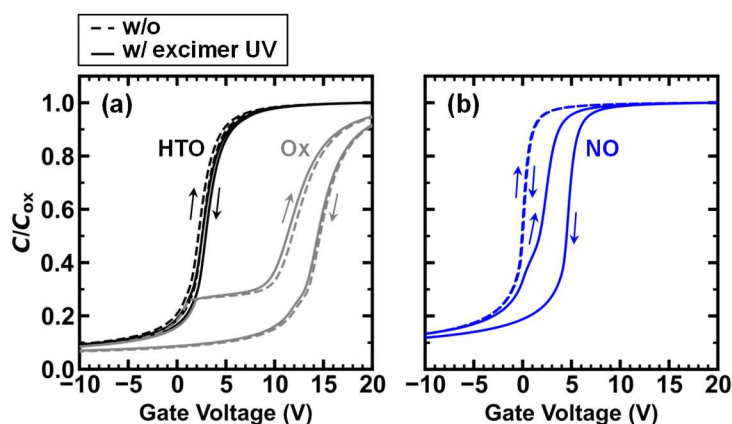


Fig. 1: 1 MHz C-V characteristics of SiC MOS capacitors with and without excimer UV irradiation; (a) Ox, HTO, and (b) NO samples.

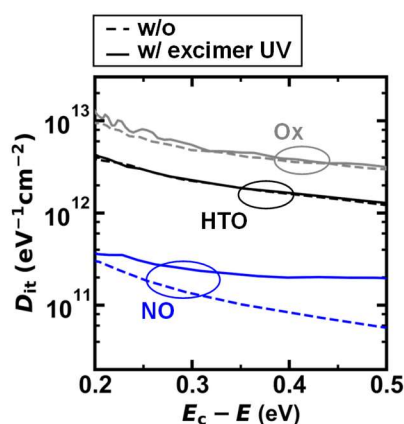


Fig. 2: Energy distribution of D_{it} obtained by the high (1 MHz)-low method.